

제 7 장 보수보강 및 유지관리방안

7.1 개요

7.2 보수보강 일반사항

7.3 보수보강 방법

7.4 유지관리 방안

제7장 보수·보강 및 유지관리방안

7.1 개 요

모든 구조물은 시간이 경과함에 따라 여러 가지 원인에 의하여 손상이나 결함이 발생하게 되고 그대로 방치하게 되면 점진적으로 발전하여 대형사고의 원인이 될 수 있다. 구조물의 보수는 현 상태의 내하력, 내구성, 기능성 등의 성능을 유지하고 필요에 따라서 성능을 개선하기 위하여 실시하여야 한다.

본 과업 대상 시설물에 대한 외관조사, 내구성조사 및 구조해석을 시행한 결과 일부 부재에 보수가 필요할 것으로 평가되었다. 보수구간에 대해서는 다음과 같은 기본 방향을 설정하여 보수방안을 수립하였다.

- 1) 보수공법은 손상이 구조물에 미치는 영향정도, 중요도, 사용환경 및 경제성 등을 고려하여 수준을 정한다.
- 2) 보수공사의 우선순위는 내구성 및 내하력에 미치는 영향을 고려하여 완급을 결정한다.
- 3) 중대한 결함, 손상 및 열화가 아니면 보수공사로 인한 차량운행에 미치는 영향을 최소화하도록 한다.
- 4) 보수공법의 적용은 구조물의 안전에 최우선을 두고 공사시 참여 인원의 안전관리에 최선을 다하도록 한다.

7.2 보수·보강 일반사항

7.2.1 필요성 판단

보수의 필요성은 발생한 손상이나 결함이 어느 정도까지 허용되는가의 판단에 의하여 이를 위해 각종 기준(콘크리트표준시방서 등)을 참조한다.

보강의 필요성은 부재의 안전율을 각종 기준(콘크리트시방서 등)에서 정하는 수치이상으로 안전성을 확보하기 위하여 어느 정도까지 부재의 단면 등을 증가하여야 하는가의 판단에 의한다.

7.2.2 보수 · 보강의 수준

보수 · 보강의 수준은 위험도, 경제성 등을 고려하여 아래의 경우 중에서 결정한다.

- 현상유지(진행 억제)
- 실용성에 지장이 없는 성능까지 회복
- 초기수준이상으로 개선
- 개축

7.2.3 보수 · 보강 우선순위의 결정

- 1) 보수보다는 보강을, 주부재를 보조부재보다 우선하여 실시한다.
- 2) 시설물 전체에서의 우선순위 결정은 각 부재가 갖는 중요도, 발생 결함의 심각성 등을 종합 검토하여 결정한다.

7.3 보수 · 보강 방법

본 과업을 수행하면서 주로 이루어지는 보수공법에 대해서는 본 장에서 언급을 하였다.

7.3.1 주요 결함 및 손상에 대한 보수 · 보강방법

가. 콘크리트 균열보수공법

균열기준은 구조물의 중요도, 특성 등에 따라 다양하므로 구조물의 특성 및 균열현상 등을 고려하여 적절한 보수공법을 사용해야 한다.

- 표면처리공법
- 주입공법
- 충전공법
- 침투성방수제 도포공법

콘크리트균열의 보수목적과 균열상태에 따른 보수공법별 적정성을 비교하면 아래와 같다.

【표 I.7-1】 콘크리트 균열의 보수공법 적정성 비교

보수 목적	균열현상·원인		균열폭 (mm)	보 수 공 법				
				표면처리 공법	주입공법	충전공법	침투성 공법	기타
방수성	철근부식 미발생시	균열폭 변동이 작음	0.2 이하	○	△		○	
			0.2~1.0	△	○	○		
		균열폭 변동이 큼	0.2 이하	△	△		○	
			0.2~1.0	○	○	○	○	

【표 I.7-1】 콘크리트 균열의 보수공법 적정성 비교(계속)

보수 목적	균열현상·원인		균열폭 (mm)	보 수 공 법				
				표면처리 공법	주입공법	충전공법	침투성 공법	기타
내구성	철근부식 미발생시	균열폭 변동이 작음	0.2 이하	○	△	△		
			0.2~1.0	△	○	○		
			1.0 이상		△	○		
		균열폭 변동이 큼	0.2 이하	△	△	△		
			0.2~1.0	△	○	○		
			1.0 이상		△	○		
	철근부식		-					□
	염 해		-					□
	반응성 골재		-					□

주1) 균열폭 3.0mm 이상의 균열은 구조적인 결함을 수반하는 일이 많으므로 여기에 표시하는 보수공법 뿐만 아니라 구조내력의 보강을 포함하여 실시하는 일이 보통이다.

주2) ○ : 적당 △ : 조건에 따라 적당 □ 기타

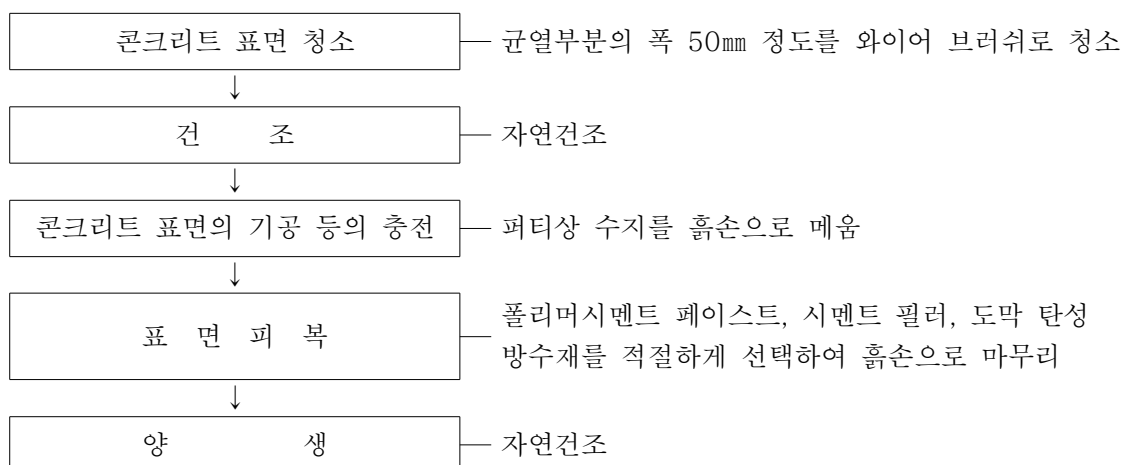
나. 표면처리공법

1) 보수공법의 적용

표면처리공법은 콘크리트 부재에서 발생된 폭 0.2mm 이하 및 망상균열부에 내구성 저하 방지를 위해 적용하나, 본 구조물의 손상은 경미한 상태로서 주의관찰이 요구되며, 본 장에서는 유지관리시 참고가 될 수 있도록 보수방안을 수록토록 한다.

2) 시공방법

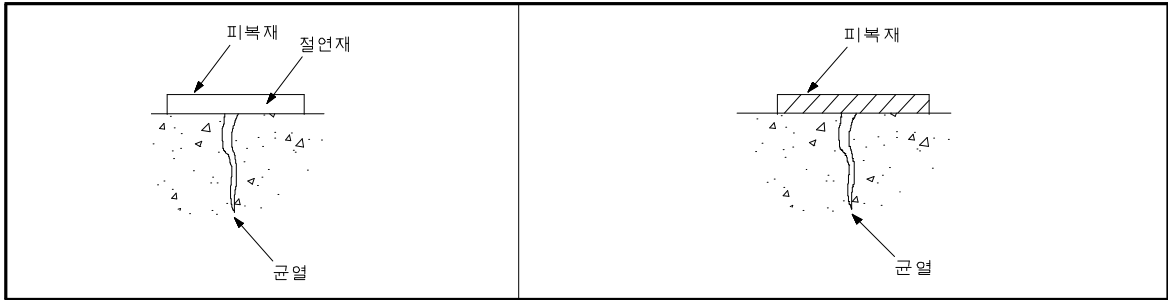
비교적 미세한 균열에 대해 직접 균열의 표면을 피복하여 방수성, 내구성을 지니도록 하는 공법으로 활성 균열에 대해서는 대처할 수 없는 결점이 있다.



【그림 I.7-1】 표면처리공법의 시공방법

3) 주의사항

피복재의 두께가 얇을 경우 시간에 따른 열화에 대해 주의를 요함.



<표면처리공법>

<균열폭의 변동이 큰 경우의 표면처리공법 일례>

【그림 I.7-2】 표면처리공법의 시공시 주의사항

다. 균열부 수지주입공법

1) 보수공법의 적용

본 점검에는 방수성 및 내구성을 고려하여 폭 0.3mm 이상부에 대해서 주입보수를 시행한다.

균열 폭 0.3mm 이상의 균열부에 수지를 주입하면 콘크리트와 일체를 이루어 콘크리트의 방수성을 향상시켜서 내부 철근의 부식방지 및 콘크리트의 열화방지에 효과적이다.

균열보수는 균열 폭 및 균열깊이, 균열의 형태, 구조적 안정성 여부 등을 종합적으로 판단하여 보수 목적에 따라 가장 유리한 보수 대책을 선정하여야 한다. 또한, 균열보수는 균열 폭과 균열깊이를 고려하여 이에 적합한 주입속도, 점도 및 양생 속도를 갖는 수지재료를 사용하여야 한다.

2) 수지주입 공법의 종류

수지주입공법의 종류에는 압입식과 흡입식이 있으며 아래와 같다.

【표 I.7-2】 수지주입공법의 종류

압 입 식 공 법
·수동식 주입 : 인력 ·기계식 주입 : 공기압식, 유압식, 기어식 ·저압·저속식 주입 : 고무, 용수철, 공기 등의 압력 ·자동주입식 기계주입 : 자동주입기
흡 입 식 공 법
·균열의 양단에 흡기구와 충전재 주입구를 설치하여, 흡입펌프로 충전재를 흡입주입

종래에는 수동식 기계주입 방법이 많이 이용되고 있으나, 이 방법은 주입량을 정확하게 파악할 수 없으며, 관통하지 않은 균열은 균열 깊이까지 보수재료를 주입하기가 곤란하다. 또한 주입압력이 너무 높으면 균열을 넓혀 주는 등의 문제점이 있다.

한편, 저압·저속식 주입은 주입량 파악이 쉽고 균열 구석까지 주입할 수 있는 특징이 있으며, 자동주입식 기계주입은 패커를 이용 자동주입기에 의하여 수지를 주입하는 방법으로 균열부위가 완전히 충전 되는 특징이 있다.

3) 압입식 수지주입공법

이 공법은 균열 위에 주입수지가 들어 있는 용기를 설치하여 고무, 용수철, 공기압, 자동식 기계 등으로 수지를 주입하는 방식으로 압입방식은 【표 I.7-3】와 같다.

이 공법을 적용함에 있어서는 시공위치, 시공시기에 맞는 작업시간 및 균열폭에 대응한 점도의 재료를 선정하는 것이 중요하고, 균열폭에 알맞은 수지의 점성도는 【표 I.7-4】와 같으며, 일반적인 주입 파이프의 간격은 【표 I.7-5】과 같다.

【표 I.7-3】 압입식 수지주입공법

압입방식	용기의 형태
압축용기에서의 압축공기로 주입	플라스틱제의 실린더
압력탱크내의 압축된 압력으로 주입	플라스틱제의 압력탱크
압축실린더에 의한 유압으로 주입	금속제의 실린더
고무시트의 복원력으로 주입	플라스틱제 틀에 고무시트를 고정
고무풍선압으로 주입	고무풍선
고무밴드의 복원력으로 주입	플라스틱제 실린더와 피스톤

【표 I.7-4】 균열폭에 알맞은 수지의 점성도

형 상		점성도(20℃, cp)	주입 가능한 균열폭
액 상	저 점성도	500±200	0.1mm 전 후
	고 점성도	1,500±500	0.2mm 전 후
겔 상태		6,000±1,000	0.5~5mm 전 후

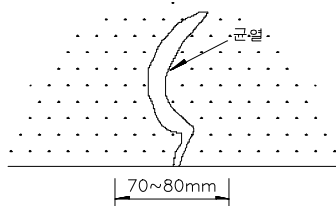
【표 I.7-5】 균열폭에 따른 주입파이프/패커의 간격

균열 폭 (mm)	주입파이프/패커 간격 (mm)	비 고
0.3 이하	50 ~ 100	
0.3 ~ 0.5	100 ~ 200	
0.5 ~ 1.0	150 ~ 250	
1.0 이상	200 ~ 300	

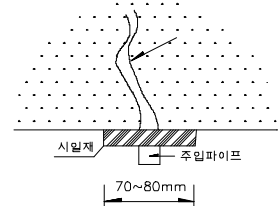
4) 압입식 수지주입공법의 특징

수지가 들어 있는 용기를 균열 위에 설치하므로 사람의 손을 필요로 하지 않고, 용기 높이의 저압력에 의해 자동으로 주입되므로 압력에 의한 쉘링부의 파손도 적어 시공관리가 용이하다. 그리고 주입되는 수지의 거동은 동심원상으로 확대되므로 주입압력에 의한 균열이나 들뜸이 발생되지 않는다. 주입압력은 $4\text{kg}/\text{cm}^2$ 이하로 규정되어 있으나, 실제로는 $1\text{kg}/\text{cm}^2$ 전후가 사용된다. 주입재는 에폭시수지계 또는 무기질계의 슬러리도 사용할 수 있다. 무기질계 슬러리는 습윤 환경에서도 사용이 가능하나, 반면에 주입기에 여분의 주입재료가 남아 재료의 손실이 큰 단점이 있다.

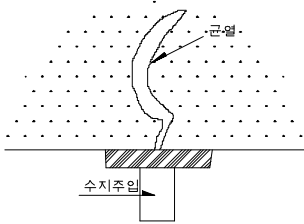
- 바탕처리



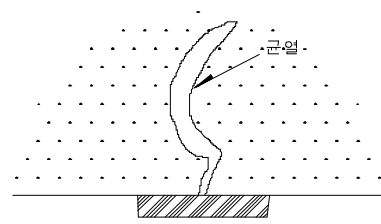
- 시일작업 및 주입파이프 설치



- 수지주입



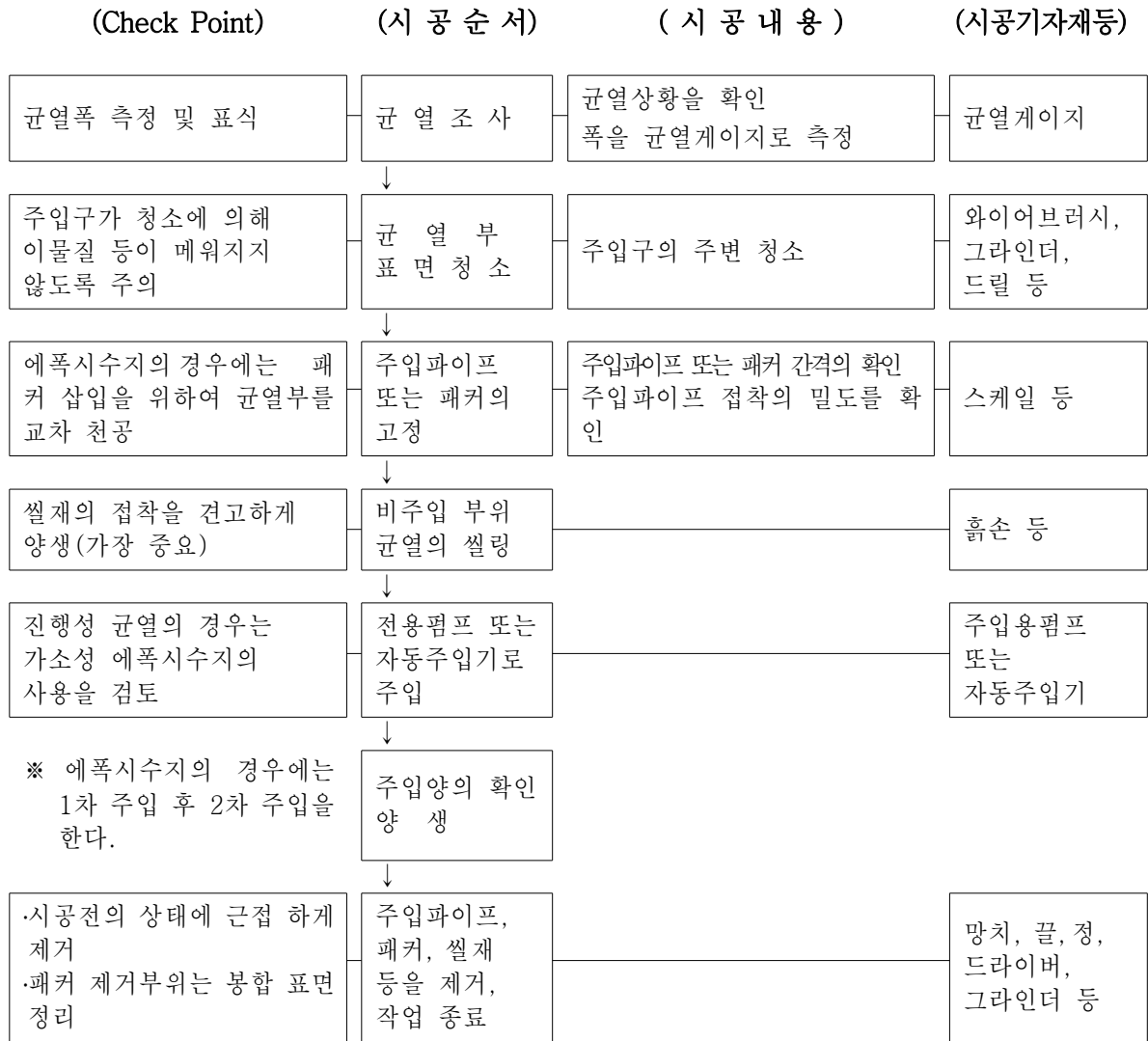
- 주입파이프 철거 및 표면 마무리



【그림 1.7-3】 균열 수지주입 공법 개요도

【표 1.7-6】 수지계 주입재의 특징

재 료 명	주요 성분	특징·용도
에폭시 수지계 주입재	에폭시수지	•균열, 추종성이 양호 •적용가능 균열폭은 0.2~2.0mm
	유연형 에폭시수지	•경화물의 유연성이 풍부하여 진행성 균열에 적합 •균열 및 알칼리골재반응의 성능저하 보수에 적합
	자기유화형 에폭시수지	•수중경화, 콘크리트 중의 수분과 반응 •강도특성이 뛰어남 •균열 폭 0.15mm 이상에 적용
	에폭시수지, 포틀랜드 시멘트	•수중경화형 에폭시수지와 시멘트의 반응으로 발포 •적용 균열 폭 1.0mm~10.0mm
폴리머 시멘트계 주입재	에폭시수지계 에밀전 미분말충전재 조강시멘트	•균열폭 5.0mm 이상에 적용 •습윤면에 대하여 접착성이 우수 •알칼리골재반응에 의한 성능저하의 보수에 적합



【그림 I.7-4】 수지주입 공법 시공 흐름도

5) 시공시 주의사항

가) 대기온도가 10~30℃ 일 때 시공 가능하며, 우천시는 중지한다.

보수부 콘크리트의 표면 온도는 10℃ 이상을 표준으로 하고 있으므로 기온차가 심한 경우에는 기온의 변화에 대응하는 에폭시계 수지의 성상을 조사하여 두고 겨울철 부득이 시공하는 경우에는 가열양생 등의 조치를 생각할 필요가 있다.

나) 에폭시계 수지는 사용에 앞서 현장에서 시공시의 기온에 대응하는 경화시간을 설정하여 균열 주입 효과를 높이도록 한다.

일반적으로 에폭시계 수지의 경화시간이란 접착제를 혼합해서 충분한 접착강도가 보증되는 작업 가능시까지의 시간을 말하나 기온, 혼합량의 대소 등에 따라서도 다르므로 주의해야 한다.

- 다) 에폭시계 수지는 적당한 롯트마다 시험을 실시하여 품질의 확인이 필요하다.
- 라) 썰링 및 표면 마감면은 주입압에 견디도록 충분히 양생한다.
- 마) 주입된 에폭시계 수지가 경화한 후에는 주입 파이프를 절단하고 썰링재와 함께 그라인더로 갈아 평탄하게 마무리하며, 에폭시수지를 주입한 경우에는 패커 제거후 제거흙을 썰링제로 밀봉한 후 그라인더로 표면처리 한다.
- 바) 에폭시수지는 격자로 주입하며 1차 주입 후 2차 주입을 한다.

라. 단면복구공법

1) 개요

단면복구공법은 철근이 노출되지 않은 구간에서 발생된 박리, 박락, 파손 등의 콘크리트 손상부에 적용한다. 본 공법의 적용은 장기적으로 피복두께가 얇아진 손상부에서 철근부식을 방지하기 위해 본 공법을 추천한다.

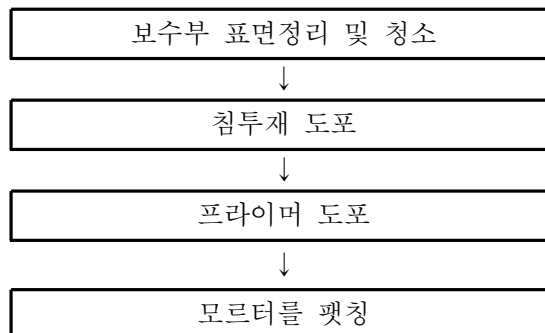
2) 보수 목적

단면이 비교적 적은 경우의 보수에 사용되는 방법으로 단면보수의 하자처리 후에 보수에 적합한 강도로 혼합한 보수재를 주걱이나 손으로 눌러 붙여서 단면을 보수하는 공법이나 시공부위, 진동, 자중 등으로 보수재료가 떨어지는 경우도 있으므로 보수재료의 선정을 잘 검토해야 하며, 두껍게 발랐을 때의 수축 균열도 주의해야 한다.

3) 시공순서

- ① 콘크리트 단면손상부를 표면철거하고 깨끗이 청소한다.
- ② 폴리머 시멘트 모르타르나 무수축 시멘트 모르타르 등의 단면보수재료를 전체가 균일하게 되도록 충분히 교반한다.
- ③ 이 단면보수재를 침투재 및 프라이머 도포가 끝나면 주걱으로 조심스럽게 바르고 평활하게 마무리한다.

4) 보수공정도

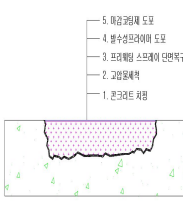
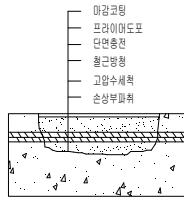
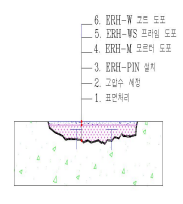
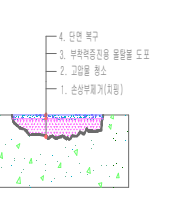
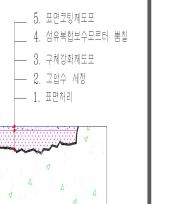


【그림 I.7-5】 단면복구공법의 시공 순서도

< 균열보수공법 비교표 >

구 분 항 목	SPI 균열보수공법 특허 제0767736호(서울메트로공동개발)	패카 에폭시 주입공법	이소시아네이트수지 주입공법	슬러리시멘트 주입공법	우레탄 주입공법
개요도					
공법 개요	좌대를 균열부위에 쉐링재를 사용하여 부착시킨 후 역류방지 nipple를 좌대에 설치하고, 전용주입기를 사용하여 에폭시 수지 주입후 탄성 모르타르로 마감하여 보수하는 공법으로 균열 보수 및 보수후 더 이상의 균열진행을 막을수 있는 공법	균열부위를 컷팅하고 균열부를 쉐링한 후에 유기계 재료인 에폭시를 패커를 이용하여 주입하는 공법	콘크리트 균열 부위에 교차로 핀패커를 삽입하고 균열 및 핀패커 주위를 밀폐한 후 이소시아네이트를 주입하는 공법	균열부위를 컷팅하고 균열부를 쉐링한 후에 무기계재료인 폴리머 슬러리시멘트를 주입기를 통하여 주입하는 공법	콘크리트 균열 부위에 지그재그방향으로 패커를 삽입하고 우레탄을 주입하는 공법
시공 방법	표면처리→좌대부착→쉐링작업→에폭시주입→쉐링재, 좌대 제거→탄성모르타르마감처리	표면처리→천공→패커설치→쉐링작업→에폭시주입→쉐링재, 패커 제거→표면정리	표면처리→V컷팅→격자천공→패커설치→쉐링작업→이소시아네이트수지주입→쉐링재, 패커 제거→표면정리	표면처리→주입기설치→쉐링작업→폴리머슬러리시멘트주입→단면복구	표면처리→지그재그 천공→패커설치→지수용 우레탄 발포제 주입→표면정리
장점	- 콘크리트 모체와 동등한 탄성계수,열팽창 계수, 투수성 확보 - 접착력 우수, 미세균열의 깊은 곳 까지도 충분히 주입가능 - 주입기 압력 조절이 가능하여 미세균열에서 대균열까지 보수가 용이 - 두께가 깊은 구조물 보수 유리 - 니플에 보수액의 역류를 방지하는 ball 역류장치가 되어있어 시공시 안전하고 빠른 시공 가능 - 균열보수 전용 탄성모르타르 마감으로 보수후 균열의 진행 방지	- 인장, 휨강도가 우수함 - 건조한 환경에 유리함 - 시공실적 다수 - 경화시간이 빠름 - 주입량 점검이 용이하고, 균열 속 깊이까지 주입 가능 - 가장 일반적으로 쓰이는 공법 - 시공이 간단	- 건조면, 습윤면, 누수면 모두 시공가능 - 자체 압력으로 누수면 및 추종 봉합 가능	- 품질관리가 용이, 재균열 발생우려 없음 - 균열보수의 일괄적인 공정에 대한 재료 및 시방확보 - 수용성인 무기계 재료의 사용으로 습윤 지역 시공이 가능함	- 탄성이 뛰어나고 인장강도 우수 - 저점도 이므로 미세균열에도 침투 - 주입량 점검이 용이하고, 균열 속 깊이까지 주입할 수 있음
단점	- 전용주입기 사용	- 주입압력이 크면 균열 확대되므로 주의 - 탄성계수, 열팽창계수 콘크리트와 다름 - 마감재에 별도 기능이 없어 보수후 균열의 진행을 방지할수 없음	- 주입압력이 크면 균열 확대되므로 주의 - 탄성계수, 열팽창계수 콘크리트와 다름 - 마감재에 별도 기능이 없어 보수후 균열의 진행을 방지할수 없음	- 경화시간이 늦고 공기가 길어짐 - 공정이 다소 복잡, 시공전문가가 필요 - 유기계에 비해 접착강도 떨어짐 - 시멘트 사용으로 균열폭이 작으면 주입이 되지 않음	- 주입압력이 크면 균열 확대되므로 주의 - 탄성계수, 열팽창계수 콘크리트와 다름 - 다소 유해. - 마감재에 별도 기능이 없어 보수후 균열의 진행을 방지할수 없음

< 단면보수공법 비교표 >

구 분	프리웨딩공법(신기술507호,특허690410호)	MDF공법(신기술246호)	에코플래시 공법(신기술 제577호)	콘크리트 공법(특허 제0772621~2호)	FCSM 공법(신기술 제522호)
공 기 법 요	이중요격 믹서 사프트를 이용한 프리웨딩 스프레이 방식의 철근콘크리트 구조물 보수공법으로 콘크리트의 중성화 등 각종 열화요소에 의해 손상되고 성능이 저하된 콘크리트에 따라 특화된 MDF 시멘트모르타르를 고압으로 스프레이를 제거하고 추가적인 이중보호방식을 실시 시공성 및 장기적인 내구성을 증진시킨 보수공법.	콘크리트의 중성화 등 각종 열화요소에 의해 손상되고 성능이 저하된 콘크리트를 제거하고 구조물의 특성이나 열화도에 따라 특화된 MDF 시멘트모르타르를 고압으로 스프레이하여 손상단면을 복원하거나 피복두께를 확보하는 공법.	중성화, 열해, 동해 및 화학적 부식 등의 열화원인에 대응하여 천연광물을 함유한 모르타르와 특수건식스프레이를 이용하여 화학적 물리적으로 개보수 하고 접착보강편을 추가하여 장기부작강도를 증진시킨 보수공법.	치밀한 몰탈구조와 방청효과가 우수한 유기엑시드아민 복합형 방청제와 수축저감제를 사용한 폴리머시멘트 모르타르 조성물을 이용하여 근열화를 감소시키는 구조물 보수공법.	고인성 PVA섬유의 3차원 가교작용에 의해 연성과 균열저항성이 향상된 섬유복합몰탈을 이용한 크리트 구조물의 보수공법.
장 점	•개선된 스프레이 방식과 우수한 단면복구제를 사용 1회 시공두께가 아주 우수하다.(10~20cm/회) •원형 등 구조물의 형상에 따른 제약이 없다. •자동차 기계화시스템에 의한 인력절감 및 공사비 절감 •열화요인 및 구조물의 특성에 따른 특화된 재료를 적용 •우수한 부착 성능에 의해 절삭강화 공정 불필요. •스프레이시 리바운드가 적다. •수복면의 밀도 향상으로 품질우수. •공정이 단순해서 작업시간 단축. •기계작업으로 품질유지 확보. •재료에 의한 화학적 부작과 기계에 의한 물리적 부작의 시너지 효과. •다절효과 극대화.	•우수한 부착 성능에 의해 절삭강화 공정 불필요 •스프레이시 리바운드가 적다. •공정이 단순해서 작업시간 단축. •재료에 의한 화학적 부작과 기계에 의한 물리적 부작의 시너지 효과. •다절효과 우수. •고압 펌프에 의한 재료의 압송과 고속 분사에 의한 공극 제거. •철근, 강선, 와이어메시 및 Rod 등의 배면 밀실 충전 가능. •전동 발생 구조물에도 1회 20mm 이상 시공 가능으로 공사기간 단축. •기능성 재료의 세분화.(교량, 터널 및 고가차도, 하수 암거 및 복개 구조물)	•무기섬유 혼입에 의한 물리적 특성 우수. •화학적 부식에 저항성 및 중성화 저항성 우수. •소단면 대단면에 이르는 계화(건식스프레이)시공을 통한 우수한 품질과 공기단축. •천연재료의 사용으로 기존 콘크리트와 물리적 성질이 유사하여 시공 후 제 손상 발생가능 격음. •물리적 접착 보강편을 통한 장기부작강도 확보. •무기코트재료에 의한 표면피복. (유용수 부위적합) •리모델링에이트를 이용한 내구성 및 알카리 회복 효과. •습윤한 상태의 부착강도 우수. (해안·수리구조물 등) •시공실적이 많음.	•중(中)비중으로 스프레이시 리바운드가 적음 (5%이하,1회시공두께 3~5cm) •수축저감 및 수축 보상제 사용 •라텍스계몰탈을 스프레이함으로써 부작단면이 증대되고 부착력 강화되어 들뜸이 없음. •간단한 공정 : 작업성 우수. •인력,기계 작업 : 품질유지 확보. •방청성능 부여.	•PVA 섬유의 3차원 가교작용으로 균열억제 •건조수축 및 진동에 의한 균열저항성이 우수 •동결융해 저항성 우수 •내염해성, 내산성, 내중성화, 내구성 탁월 •구조물의 Life Cycle을 연장
단 점	•스프레이 시공 전문가 필요.	•스프레이 시공 전문가 필요.	•공정이 다소 복잡하여 시공전문가 필요.	•알카리 회복기능이 없음. •시공실적이 상대적으로 적음.	•섬유를 별도로 혼입하므로 작업이 번거롭다.
공 순 정 서					
시 공 성	•긴 거리에서도 재료보급 없이 재료가 이동될 수 있는 최면식 장치를 사용(이중요격 믹서 사프트 이용) 고온 여름철 시공 시에도 호스 안에서 재료 응결 현상이 없어 작업 중단 시나 완료 후 청소하는데 필요한 시간이 거의 소요되지 않아 시공 가능한 스프레이호스 길이가 수평으로 100m(반경200m), 수직으로 60m임,	•기계화 시공이 용이하여 현장여건에 구애를 받지않아 공사 인건비 및 공기절감 효과 우수하며, 중장거리 압송이 가능하며, 대단면 및 부분적으로 산재된 소단면의 시공에 유리하며, 특화된 MDF 시멘트모르타르를 고압으로 1회 스프레이하여 깊은 손상단면을 복원하거나 피복두께를 확보 장기적인 내구성 복원 효과 우수.	•장거리 압송이 가능하며, 대단면 및 부분적으로 산재된 소단면의 시공에 유리하며, 특수 분사방식과 믹싱호스의 개발로 견식장비의 단점인 분진발생과 리바운드가 적음	•장거리 압송이 가능하며, 대단면에 시공이 유리하며, 분진발생과 리바운드를 최소화함으로써 시공속도가 빠르다.	•섬유를 별도로 혼입하므로 작업이 번거로우며, 장거리 압송이 어려워 몰탈 장비의 잦은 설치로 시공속도가 느리다.

7.4 유지관리방안

7.4.1 개 요

본 유지관리방안은 "시설물의 안전관리에 관한 특별법"규정에 따라 고시된 안전점검 및 정밀안전진단지침과 관련하여 상세한 유지관리지침을 제시하여 과학적이고 체계적인 유지관리를 도모함에 있다.

시설물의 유지관리는 기능과 사용재료의 성능저하 등을 신속 정확히 조사, 측정, 평가하여 이에 대한 적절한 조치를 취함으로써 사용자의 안전과 구조물의 안전성을 확보함과 동시에 향후, 유지관리에 필요한 자료를 얻는 것이 목적이다.

- 안전성을 확보하고, 설계목적에 부합되도록 한다.
- 구조물 상태를 체계적이고 주기적으로 기록한다.
- 손상을 조기에 발견하고, 향후 발생될 손상을 예측한다.
- 보수, 보강, 개축 등 의사결정에 필요한 자료를 제공한다.
- 점검결과와 전산관리 등을 통해 합리적인 유지관리 계획을 수립하여, 예산의 최적분배가 가능하게 한다.
- 축적된 점검결과 분석을 통해 향후 설계, 시공될 시설의 개선을 기대한다.

7.4.2 유지관리업무

유지관리업무는 아래의 항목에 대하여 대상구조물을 관리하는 것으로 요약할 수 있다.

가. 자료의 관리

관리주체는 효과적인 관리체계를 위하여 대상 구조물에 대하여 보수이력 등 정확한 기록 및 자료를 반드시 보관하여야 한다.

1) 구조물에 필요한 자료

관리주체는 준공도면, 구조계산서, 특별시방서 등을 포함하여 아래에 명시한 구조물 관리에 필요한 자료를 보관하여야 한다.

① 설계도

- 시공·보수도면, 구조계산서
- 제작 및 작업도면, 붕괴유발부재를 포함한 각부재의 상세도면
- 최종 준공도면

- 설계·시공회사, 시공관할기관, 감독관
- ② 지방서
 - 특별지방서
- ③ 사진
 - 정면 및 측면, 주요 결함부, 주요 시공사진
- ④ 재료시험
 - 시공재료의 종류, 등급, 품질을 기록한 공장 재료증명서
 - 관리 및 선정시험 기록
 - 비파괴시험 자료(재료의 강도 등)
- ⑤ 보수이력
 - 날짜, 보수위치·공법·물량 및 손상종류, 시공회사, 공사비, 계약번호
- ⑥ 사고기록
 - 날짜, 경위, 부재의 손상 및 보수현황
- ⑦ 점검이력
 - 날짜, 점검자, 관리주체, 점검의 종류 등 모든 점검활동 관련사항
 - ▶ 점검시 필요사항
 - － 구조물에 대한 현장점검을 원활히 수행하기 위하여 점검시 필요한 각 구조물의 특성과 부위, 특수장비 목록, 접근방법 등
 - － 점검시 안전계획을 포함한 점검자나 공공의 안전을 확보하기 위한 특별한 사항
 - ▶ 점검자료의 갱신
 - － 구조물관리대장에는 현장조사 일시를 명시하여야 하며, 최종점검 이후 대상 구조물에서 수행된 주요작업에 대하여 기록하여야 한다.
- ⑧ 구조물 관리대장
 - 연도별 점검기록이 포함된 구조물관리기록
- ⑨ 안전성평가 기록
 - 관리주체는 안전성 평가방법의 종류 및 해석결과, 사용된 계수 등 안전성 평가에 관련된 제반기록을 보관하여야 한다.
- ⑩ 계측기록
 - 계측이 필요하다고 판단되는 구조물에 대해서는 중요한 구조부위를 선정하여 정기적으로 계측을 시행하고 그 기록을 보존하여야 한다.

2) 구조물 관리항목

구조물 관리대장의 관리항목에는 다음의 항목과 관련된 사항이 포함되어야 한다.

① 구조물 구분

- 구조물명, 일련번호, 관리주체, 위치(행정구역) 등

② 구조물 형식 및 사용재료

- 구조형식, 높이

③ 연령 및 공용성

- 착·준공 연월일, 관련기록 등

④ 구조물 제원

- 연장, 폭원, 문비제원 등

⑤ 구조물분류, 안전성 평가 및 사용성제한

- 구조물등급, 안전성 평가 평가방법 및 계산기록, 안전도, 사용성 제한 여부

⑥ 구조물상태 평가

- 유지관리활동 또한 제한사항 등을 포함한 구조물 상태에 대한 점검결과

3) 일상관리

일상관리는 구조물의 내구적인 손상을 예방하는 차원에서 수행하는 작업을 말하는 것으로서 청소가 대표적인 경우이다.

4) 점검 및 진단

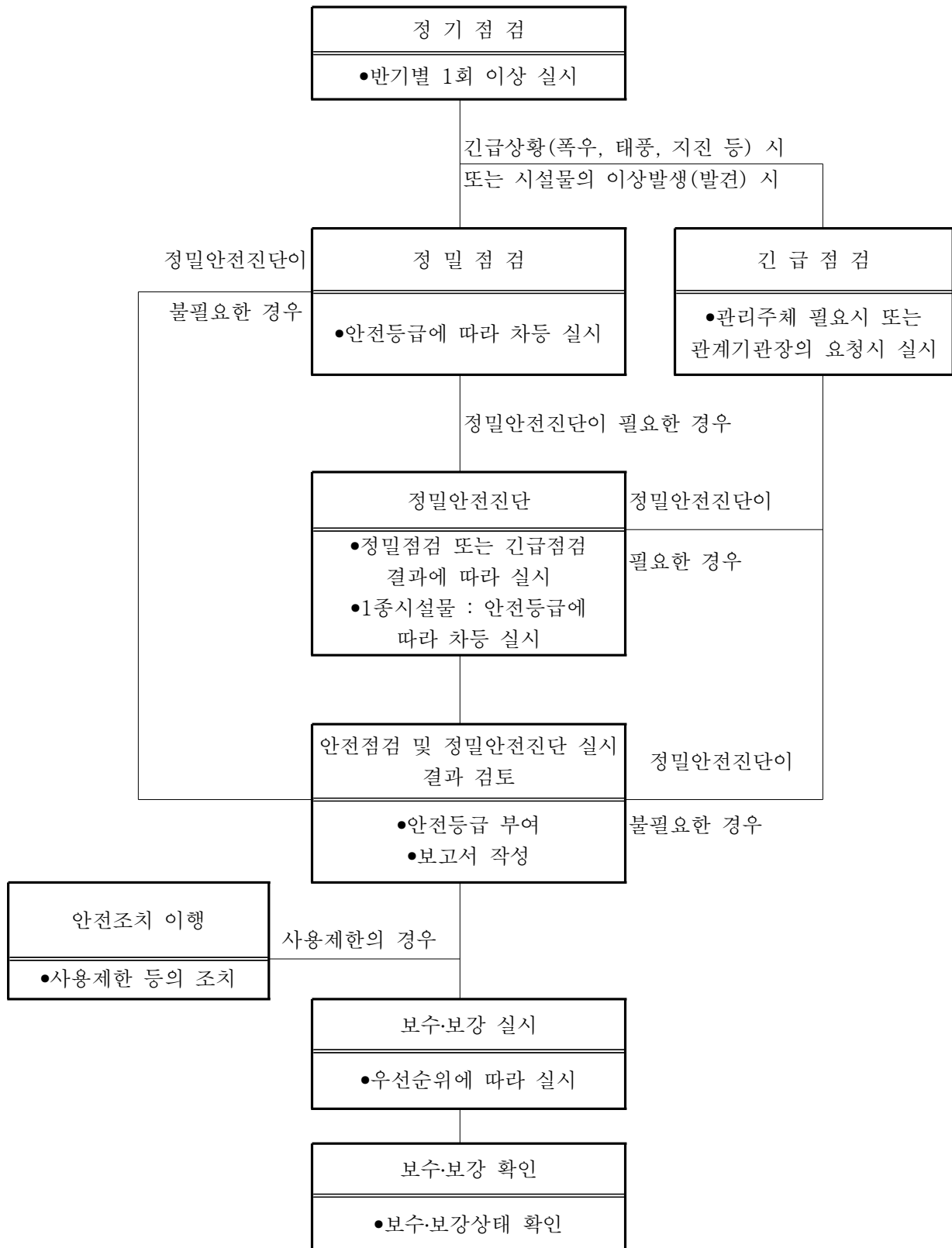
점검은 구조물 현상을 파악하여 이상 및 손상을 조기에 발견함으로써 안전하고 합리적인 유지관리 자료를 획득하기 위하여 실시한다. 또한 유지관리상 필요한 손상과 이상의 정도를 계속적으로 파악하기 위하여 점검이 필요하다.

점검은 일상점검, 정기점검, 긴급점검으로 나누며, 점검의 결과 이상의 정도가 심하거나 보수·보강에 대한 필요성이 있는 경우에는 추적조사나 상세조사를 실시한다. 또한 위의 조사를 통하여 유지관리 담당자가 구조물에 대한 전문적인 조사가 필요하다고 판단될 때에는 전문가에 의한 안전진단을 실시한다.

5) 보수 및 보강

점검이나 진단을 통하여 손상을 발견하였을 때는 손상 원인을 정확히 파악하여 보수·보강 또는 신설이나 교체를 시행하여야 한다. 보수란 손상된 부위를 고쳐서 원래의 기능을 회복시키는 작업을 의미하며, 보강은 현 상태의 손상방지는 물론 구조적 내하력 및 지지력을 현 상태 이상으로 향상시키는 것을 목적으로 실시하는 작업을 말한다.

나. 유지관리 업무 흐름



【그림 I.7-6】 유지관리의 흐름도

다. 정기점검

1) 정기점검 목적

정기점검은 경험과 기술을 갖춘 사람에 의한 세심한 외관조사 수준으로 점검을 실시하며, 시설물의 기능적 상태를 판단하고 시설물이 현재의 사용 요건을 계속 만족시키고 있는지 확인하기 위한 관찰로 이루어진다.

2) 정기점검 절차

점검자는 시설물의 전반적인 외관 형태를 관찰하여 중대한 결함을 발견할 수 있도록 세심한 주의를 기울여야 하며, 외관상 확연히 나타나는 손상 및 결함은 특기사항으로 야장에 기입하고, 상태평가 결과는 매기지 않는다.

점검자 및 관리주체는 정기점검 실시 결과 중대한 결함이 있을 경우에는 즉시 관계행정기관의 장에게 통보하여야 한다. 관리주체는 정기점검 실시 결과 필요한 경우 결함의 정도에 따라 긴급점검 또는 정밀안전진단을 실시하는 등 필요한 조치를 취하여야 한다.

3) 정기점검 방법

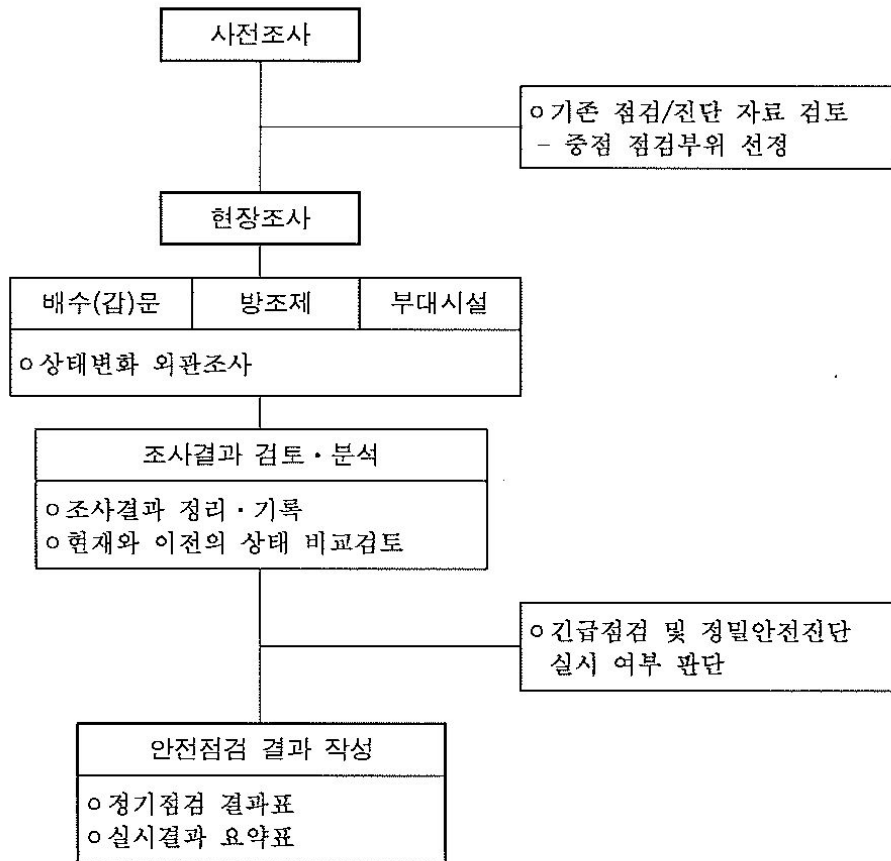
① 정기점검 시기

관리주체는 소관 시설물에 대하여 정기적으로 정기점검을 실시하여야 하며, 시설물의 안전 및 유지관리계획 수립시 정기점검 실시 계획이 포함되어야 한다. 다만, 시설물의 중대한 결함으로 인한 보수·보강공사나 철거 등의 사유로 안전점검을 실시하는 것이 현저히 불합리하다고 판단되는 경우 국토해양부장관의 협의를 거쳐 안전점검 및 정밀안전진단의 실시시기를 연기하거나 생략할 수 있다.

- 정기점검은 시설물의 준공일 또는 사용승인일(임시사용 포함)로부터 6개월에 1회 이상 실시하여야 한다.
- 정밀점검, 긴급점검 및 정밀안전진단의 실시 기간과 중복되는 경우에는 생략할 수 있다.
- 시설물의 철저한 정기점검을 위하여 기후·온도·현지여건 등을 고려하여 가장 바람직한 기간 중에 실시되어야 한다.

② 정기점검의 실시 범위

시설물의 정기점검 실시범위는 전체 시설물(기본, 부대, 기타)에 한한다.



【그림 1.7-7】 정기점검 업무 흐름도

라. 정밀점검

1) 정밀점검 목적

정밀점검은 시설물 현 상태를 정확히 판단하고 최초 또는 이전에 기록된 상태로부터의 변화를 확인하며, 구조물이 현재의 사용요건을 계속 만족시키고 있는지 확인하기 위하여 면밀한 외관조사와 간단한 측정·시험장비로 필요한 측정 및 시험을 실시한다.

2) 정밀점검 절차

- ① 외관조사 및 측정·시험 결과와 이전의 안전점검 및 정밀안전진단 실시 결과에 따라 발견된 결함의 진전 및 신규 발생을 파악하여 시설물의 주요 부재별 상태를 평가하고 이를 안전점검 및 정밀안전진단 실시 결과의 상태평가 결과와 비교·검토하여 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하여야 한다.
- ② 결함 부위 등 주요 부위에 대한 외관조사망도 작성 등 조사결과를 도면으로 기록하여야 한다.

- ③ 내진 설계여부를 확인하여야 한다.
- ④ 시설물에 중대 결함이 발생하는 등 필요한 경우에는 해당 부위에 대한 안전성 평가를 실시할 수 있다.
- ⑤ 정밀점검 실시 결과 결함이 광범위하게 발생하는 등 정밀안전진단이 필요하다고 판단되는 경우에는 점검자는 관리주체에게 즉시 보고하여야 하며, 관리주체는 관련 법령에 준하여 정밀안전진단을 실시하여야 한다.

3) 정밀점검 시기

관리주체는 소관 시설물에 대하여 정기적으로 정밀점검을 실시하여야 하며, 시설물의 안전 및 유지관리계획 수립시 정밀점검 실시 계획이 포함되어야 한다. 다만, 시설물의 중대한 결함으로 인한 보수·보강공사나 철거 등의 사유로 정밀점검을 실시하는 것이 현저히 불합리하다고 판단되는 경우 국토해양부장관의 협의를 거쳐 안전점검 및 정밀안전진단의 실시시기를 연기하거나 생략할 수 있다.

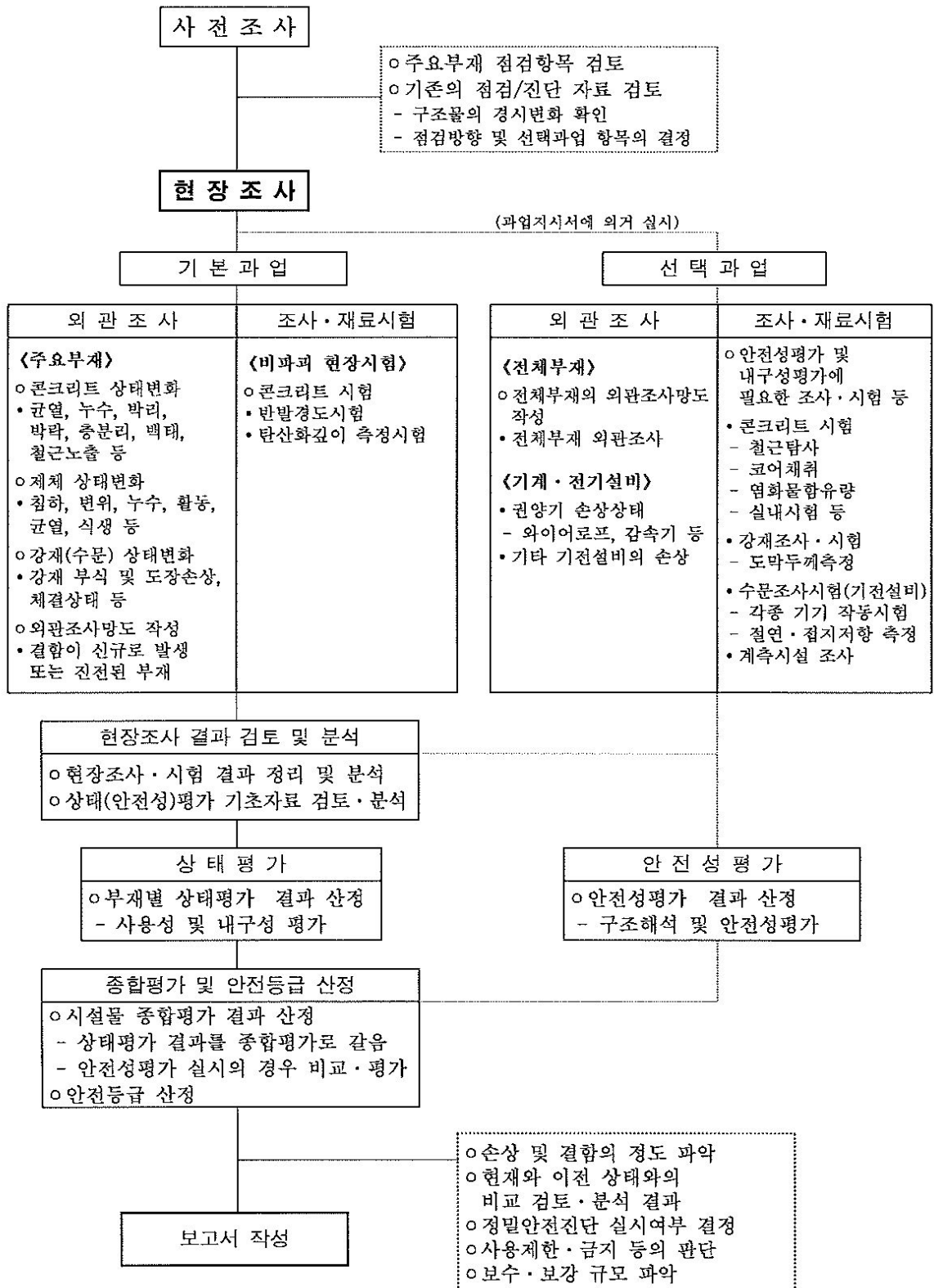
해당 시설물은 안전등급에 따른 실시주기에 의하여 정기적으로 정밀점검을 실시·완료하여야 한다.

【표 I.7-7】 정밀점검 실시 주기

안전등급	정밀점검	
	건축물	그 외 시설물
A 등급	4년에 1회 이상	3년에 1회 이상
B, C 등급	3년에 1회 이상	2년에 1회 이상
D, E 등급	2년에 1회 이상	1년에 1회 이상

- ① 최초로 실시하는 정밀점검은 시설물의 준공일 또는 사용승인일(임시 사용승인 포함)을 기준으로 3년 이내에 실시하여야 한다.
- ② 정밀점검 또는 정밀안전진단을 받은 경우 완료일을 기준으로 정밀점검 실시주기를 정한다. 또한, 정밀안전진단 실시기간과 중복되는 경우에는 생략할 수 있다.

4) 정밀점검의 실시 범위



【그림 1.7-8】 정밀점검 업무 흐름도

마. 정밀안전진단

1) 정밀안전진단 목적

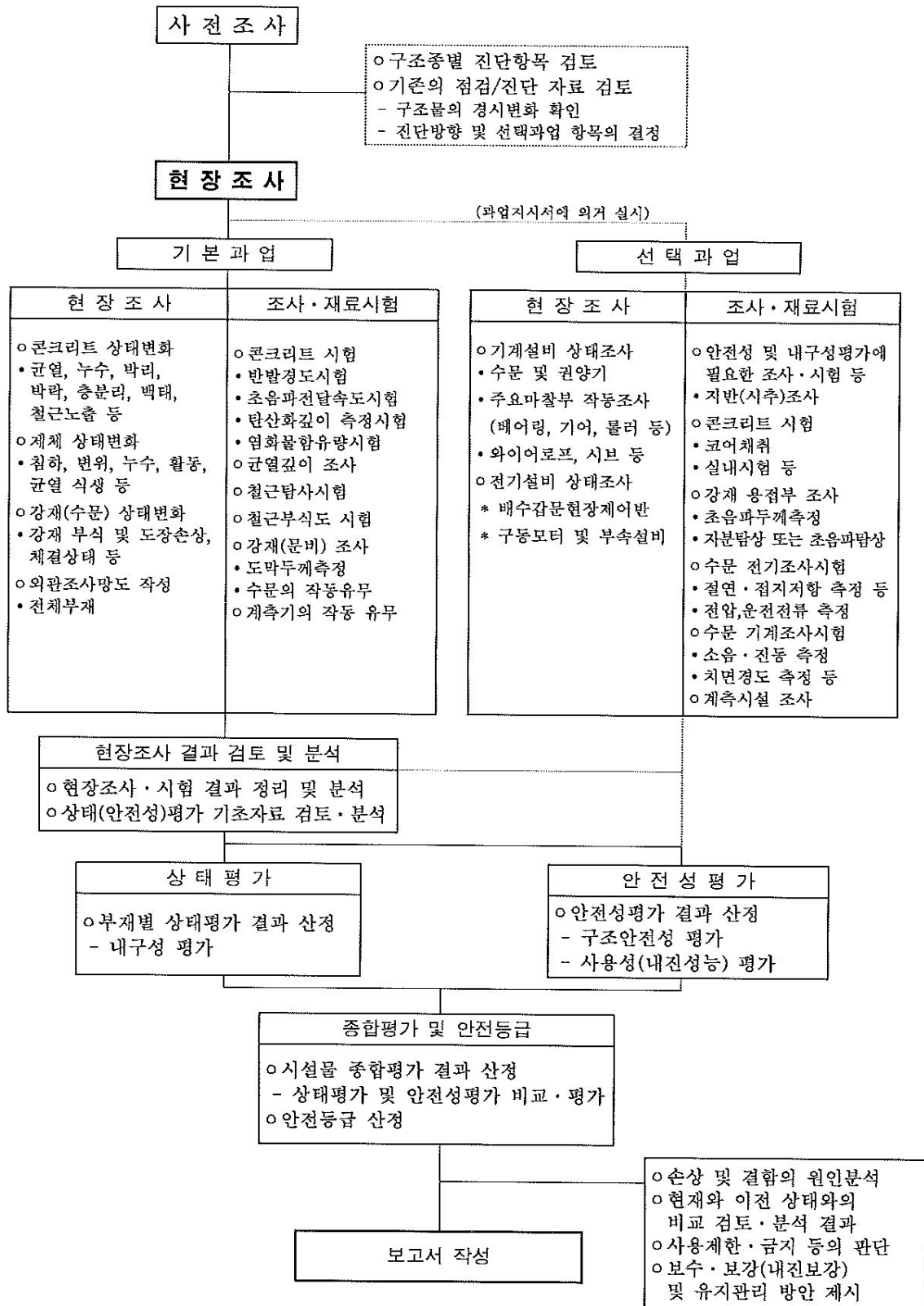
정밀안전진단은 관리주체가 안전점검을 실시한 결과 시설물의 재해 및 재난 예방과 안전성 확보 등을 위하여 필요하다고 인정하는 경우에 실시한다. 또한, 1종 시설물은 정기적으로 실시한다.

정밀안전진단은 정밀한 외관조사와 시험·측정장비 및 기기를 사용하여 시설물의 물리적·기능적 결함을 발견하고 그에 대한 신속하고 적절한 조치를 하기 위하여 구조적인 안전성 및 결함의 원인 등을 검토·분석·평가함과 더불어 보수·보강방법을 제시하는 등의 행위로서 이루어진다.

2) 정밀안전진단 절차

- ① 정밀안전진단은 안전점검으로 쉽게 발견할 수 없는 결함부위를 발견하기 위하여 정밀한 외관조사와 각종 측정·시험장비에 의한 측정·시험을 실시하여 시설물의 상태 평가 및 안전성 평가에 필요한 데이터를 확보한다.
- ② 현장조사시 필요한 경우 교통통제 및 안전조치를 취하여야 한다.
- ③ 시설물 근접조사를 위한 접근장비와 필요시 수중카메라 등 특수장비와 잠수부 등 특수기술자도 투입하여야 한다.
- ④ 결함의 유무 및 범위에 대한 확인이 필요할 때에는 현장 재료시험과 기타 필요한 재료시험을 병행하여야 한다.
- ⑤ 전체 구조물 표면에 대한 외관조사 결과는 도면으로 기록하여야 한다.
- ⑥ 구조물 전체 부재별 상태를 평가하고 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하여야 한다.
- ⑦ 정밀안전진단에서는 시설물의 결함 정도에 따라 필요한 조사·측정·시험, 구조계산, 수치해석 등을 실시하고 분석·검토하여 안전성평가 결과를 결정하여야 한다.
- ⑧ 필요한 경우에는 구조물의 사용성, 내진성능 등도 평가하여야 한다.
- ⑨ 정밀안전진단 결과 보수·보강이 필요한 경우에는 보수·보강공법을 제시하여야 한다. 이 경우 보수·보강시 예상되는 임시 고정하중(공사용 장비 및 자재 등)이 현저하게 작용하는 상황에 대한 구조 안전성 평가를 포함하여야 한다.

3) 정밀안전진단의 실시 범위



【그림 1.7-9】 정밀안전진단 업무 흐름도

4) 정밀안전진단 시기

- ① 정밀안전진단은 1종 시설물에 대하여 준공일 또는 사용승인일(임시사용 포함)을 기준으로 산정하여 10년이 지난 때부터 1년 이내에 실시 완료하여야 한다. 다만, 시설물 특성상 정밀안전진단이 1년 이상 소용되는 시설물은 국토해양부장관과 협의하여 실시 완료하여야 한다.
- ② 차회의 정밀안전진단은 전회의 정밀안전진단 완료일을 기준으로 해당 시설물의 안전등급에 따라 정기적으로 정밀안전진단을 실시하여야 한다.
다만, 시설물의 중대한 결함으로 인한 보수·보강공사나, 철거 등의 사유로 정밀안전진단을 실시하는 것이 현저히 불합리하다고 판단되는 경우 국토해양부 장관의 협의를 거쳐 정밀안전진단의 실시시기를 연기하거나 생략할 수 있다.
- ③ 안전점검을 실시한 결과 시설물의 재해 및 재난 예방과 안전성 확보 등을 위하여 필요한 경우 정밀안전진단을 실시하여야 한다.

【표 I.7-8】 정밀안전진단 실시 주기

안전등급	정밀안전진단
A 등급	6년에 1회 이상
B, C 등급	5년에 1회 이상
D, E 등급	4년에 1회 이상